

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-352825

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 2002-074035

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 18.03.2002

(72)Inventor : KASHIWAGI NAOTO

(30)Priority

Priority number : 2001084943

Priority date : 23.03.2001

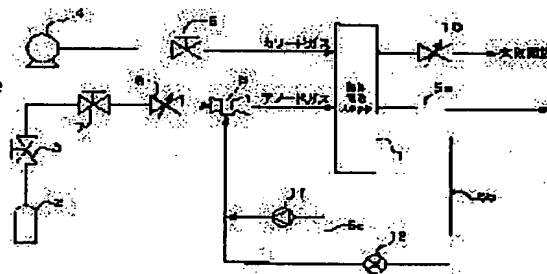
Priority country : JP

## (54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system of good efficiency.

SOLUTION: The fuel cell system comprises a fuel cell stack (1) where the anode gas containing hydrogen and the cathode gas containing oxygen are supplied to respective electrodes for power generation, an ejector (6) which is interposed on the way of a path to supply the anode gas to an anode, and a circulation path (5b) which guides a part of the anode waste gas discharged from the anode into the ejector (6). By providing a circulation pump (11) to the circulation path, the anode waste gas is stably circulated across the entire operation area of the fuel cell stack.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the fuel cell system characterized by to equip said circulating flow way with a circulating pump in the fuel cell system equipped with the circulating flow way which introduces into said ejector the anode exhaust discharged from the ejector infixed in the middle of and said anode. [ the fuel cell stack which generates electricity by supplying the anode gas containing hydrogen, and the cathode gas containing oxygen to an anode and a cathode, respectively, and the passage which supplies anode gas to said anode ]

[Claim 2] the passage where said circulating flow way introduces anode exhaust into said ejector directly, and the bypass passage which introduces anode exhaust into said ejector through a circulating pump -- since -- the fuel cell system according to claim 1 characterized by becoming.

[Claim 3] The fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by forming the flowmeter which detects the amount of emission in said circulating flow way, and switching the operational status of said circulating pump based on this detected amount of emission.

[Claim 4] The fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by constituting so that the flowmeter which detects the flow rate of the anode exhaust discharged from an anode may be installed and the operational status of said circulating pump may be switched based on the detection value of this flowmeter.

[Claim 5] The fuel cell system according to claim 3 or 4 characterized by constituting so that said circulating pump may be worked when said amount of emission does not reach a predetermined value, and a circulating pump may be suspended at the time beyond a predetermined value.

[Claim 6] Said circulating pump is the fuel cell system of any one publication of five from claim 1 characterized by changing the discharge quantity of this circulating pump gradually when it is the pump which makes discharge quantity of anode exhaust adjustable and the operational status of said circulating pump is switched.

[Claim 7] The fuel cell system of any one publication of six from claim 1 characterized by constituting so that the anode gas from an anode gas supply system may be supplied to a fuel cell stack, after working said circulating pump at the time of the circulation initiation kicked on said circulating flow way and forming circulation.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to amelioration of a fuel cell system, especially the fuel cell system which generates electricity by supplying hydrogen to a fuel cell.

[0002]

[Description of the Prior Art] It is the system which the conventional fuel cell system supplies hydrogen to the anode of a fuel cell, supplies air to a cathode, is made to produce electrochemical reaction, and obtains electrical energy, and the exhausted hydrogen and exhaust which were not consumed after electrochemical reaction from each pole are discharged as exhaust gas. However, this exhaust gas, especially exhausted hydrogen are inflammable gas, and it is common by reusing as a fuel to make it raise the effectiveness as a fuel cell system.

[0003] The thing given [ as a means ] in the Patent Publication Heisei No. 511497 [ ten to ] official report which circulates this exhaust gas is indicating the configuration which also circulates a cheap deer using the ejector of a maintenance free by power needlessness.

[0004] Moreover, in order to prevent the back flow of an ejector, the fuel cell system which installed the pressure control valve which controls the pressure of the suction section of an ejector is indicated by JP,10-223244,A.

[0005] Moreover, the fuel cell system which controls the flow with a control valve in circulation of exhaust gas is indicated by JP,9-213353,A.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in such a fuel cell system, since the ejector was used, when there were few flow rates of a drive fluid, the suction effect became unstable, and there was a problem that circulation of exhaust gas was not materialized. On the other hand, when the ejector should be corresponded to the amount of lesser circulations, when there were many circulating loads, it could not respond, but in order for a load to change every moment and to form recycling of exhaust gas in each load profile initiation from the maximum output to the output at the time of idle operation like the fuel cell system for automobiles, while having some kinds of ejectors with which the optimal circulating loads differ, the change-over valve for supplying exhaust gas to the optimal ejector from two or more ejectors needed to be prepared.

[0007] Moreover, in order to circulate exhaust gas from the time of a fuel cell system startup, it is necessary to supply a lot of drive fluids, i.e., exhausted hydrogen, to an ejector, and a lot of hydrogen will be supplied to an anode pole. On the other hand, it will be necessary to also supply the air supplied to a cathode pole by the pressure almost equivalent to hydrogen, and to operate the compressor which supplies air by high rotation.

[0008] Therefore, since the compressor driven by the motor needed to be operated before a generation of electrical energy of a fuel cell, when using as an object for automobiles, it needed to have the large-sized secondary dc-battery.

[0009] On the other hand, although a pump is needed in order to circulate exhaust gas, in order

to circulate a lot of exhaust gas, a large-sized pump is needed, and constraint of the dimension of a pump arises to carry in the automobile by which the loading tooth space was restricted. Furthermore, there is also a problem of the rise of the cost by enlargement.

[0010] Then, the purpose of this invention is offering the fuel cell system which solves the above-mentioned trouble.

[0011]

[Means for Solving the Problem] Said circulating flow way is equipped with a circulating pump in the fuel cell system equipped with the circulating flow way which introduces into said ejector the anode exhaust discharged from the ejector infixed in the middle of and said anode. [ the fuel cell stack which generates electricity by the 1st invention supplying the anode gas containing hydrogen, and the cathode gas containing oxygen to an anode and a cathode, respectively, and the passage which supplies anode gas to said anode ]

[0012] the passage where, as for said circulating flow way, the 2nd invention introduces anode exhaust into said ejector directly in the 1st invention, and the bypass passage which introduces anode exhaust into said ejector through a circulating pump -- since -- it becomes.

[0013] In invention of the 1st or 2, the 3rd invention forms the flowmeter which detects the amount of emission in said circulating flow way, and switches the operational status of said circulating pump based on this detected amount of emission.

[0014] In invention of the 1st or 2, the 4th invention installs the flowmeter which detects the flow rate of the anode exhaust discharged from an anode, and it constitutes it so that the operational status of said circulating pump may be switched based on the detection value of this flowmeter.

[0015] In invention of the 3rd or 4, the 5th invention works said circulating pump, when said amount of emission does not reach a predetermined value, and it is constituted so that a circulating pump may be suspended at the time beyond a predetermined value.

[0016] In any one invention of the 1st to 5, said circulating pump is a pump which makes discharge quantity of anode exhaust adjustable, and the 6th invention changes the discharge quantity of this circulating pump gradually, when switching the operational status of said circulating pump.

[0017] In any one invention of the 1st to 6, the 7th invention works said circulating pump at the time of the circulation initiation kicked on said circulating flow way, and after forming circulation, it is constituted so that the anode gas from an anode gas supply system may be supplied to a fuel cell stack.

[0018]

[Effect of the Invention] The 1st invention is equipped with the circulating flow way which introduces into said ejector the anode exhaust discharged from the ejector infixed in the middle of and an anode, and since it constituted, when the anode exhaust equipped with a circulating pump which cannot expect the ejector effectiveness is a small flow rate, it becomes possible to work a circulating pump and to make a fuel cell stack circulate through anode exhaust stably of said circulating flow way. [ the passage which supplies anode gas to an anode ]

[0019] the passage where, as for a circulating flow way, the 2nd invention introduces anode exhaust into an ejector directly, and the bypass passage which introduces anode exhaust into an ejector through a circulating pump -- since -- since it constituted, when the anode exhaust which cannot expect the ejector effectiveness is a small flow rate, it becomes possible to work a circulating pump and to make a fuel cell stack circulate through anode exhaust stably.

[0020] Since the 3rd invention was constituted so that the flowmeter which detects the amount of emission might be formed in a circulating flow way and the operational status of said circulating pump might be switched based on this detected amount of emission, it can control a change with a sufficient precision, can follow the output request of a fuel cell stack with a sufficient response, and can improve the effectiveness of a fuel cell system.

[0021] Since the 4th invention was constituted so that the flowmeter which detects the flow rate of the anode exhaust discharged from an anode might be installed and the operational status of

said circulating pump might be switched based on the detection value of this flowmeter, it can control a change with a sufficient precision, can follow the output request of a fuel cell stack with a sufficient response, and can improve the effectiveness of a fuel cell system.

[0022] Since the 5th invention was constituted so that a circulating pump might be worked and a circulating pump might be suspended at the time beyond a predetermined value when the amount of emission did not reach a predetermined value. An ejector and a circulating pump are properly used with the flow rate of anode exhaust. When the anode exhaust which cannot expect the ejector effectiveness is a small flow rate, work a circulating pump and a fuel cell stack is made to circulate through anode exhaust stably. On the other hand, when a lot of anode exhaust is discharged, a circulating pump is suspended, and it was made to circulate through anode exhaust to a fuel cell stack only according to the ejector effectiveness of anode exhaust. Thereby, it crosses throughout the operation region of a fuel cell stack, and it becomes possible to circulate anode exhaust stably. Since anode exhaust is circulated only according to the ejector effectiveness when there are still more circulating loads and the small pump only corresponding to a small flow rate for a circulating pump can be used, improvement in effectiveness can be aimed at to the miniaturization of a fuel cell system, low-pricing, and a pan.

[0023] A circulating pump is a pump which makes discharge quantity of anode exhaust adjustable, and since it was made for the 6th invention to change the discharge quantity of a circulating pump gradually when switching the operational status of a circulating pump, it can become possible [ performing smoothly the change of the ejector and circulating pump accompanying change of the flow rate of anode exhaust ], can prevent the condition that circulation of the anode gas by the abrupt change of the circulating load of anode gas stops, and can improve the dependability of a fuel cell system.

[0024] Since the anode gas from an anode gas supply system is introduced into an ejector after circulation is materialized by installation of anode exhaust, since it constitutes so that the anode gas from an anode gas supply system may be supplied to a fuel cell stack after working a circulating pump at the time of the circulation initiation kicked on a circulating flow way and forming circulation, the 7th invention can prevent a back flow with an ejector.

[0025] Since starting of a fuel cell system can furthermore be started with the little anode exhaust from a circulating pump, the cathode capacity needed at the time of starting is also little, ends, and can control the power consumption of a compressor.

[0026]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the fuel cell structure of a system of this invention is explained based on an accompanying drawing.

[0027] Drawing 1 is drawing explaining the configuration of the 1st operation gestalt of this invention. The fuel cell stack 1 generates electricity by supplying air to a cathode pole as cathode gas while having the anode pole and the cathode pole and supplying hydrogen to an anode pole as anode gas.

[0028] The anode gas supplied to an anode pole makes the high-pressure hydrogen tank 2 the source of supply, and after the anode gas discharged from the high-pressure hydrogen tank 2 is decompressed with a reducing valve 3, it passes a latching valve 7 and a pressure regulating valve 8, and is supplied to the circulation ejector 6 as a drive fluid of place constant pressure. The anode gas discharged from the circulation ejector 6 is supplied to the anode pole of a fuel cell 1.

[0029] On the other hand, the cathode gas pressurized by the compressor 9 passes along a latching valve 9, and is supplied to the cathode pole of the fuel cell stack 1.

[0030] By the anode gas and cathode gas which were supplied to each pole, within the fuel cell stack 1, electrochemical reaction arises and is generated.

[0031] After generating electricity by the fuel cell stack 1, anode exhaust and cathode exhaust are discharged from each pole, and cathode exhaust is emitted to atmospheric air through a pressure regulating valve 10. On the other hand, while the anode exhaust discharged from an

anode pole is emitted to atmospheric air from passage 5a, the part is led to the circulation ejector 6 as circulation exhaust gas through passage 5b which branched from passage 5a.

[0032] The circulation ejector 6 attracts anode exhaust from passage 5b by supply of anode gas as a drive fluid. The suction capacity of the anode exhaust of the circulation ejector 6 increases according to the increment in the flow rate of the anode gas as a drive fluid, it is mixed with anode gas and the attracted anode exhaust is supplied to the fuel cell stack 1.

[0033] Bypass passage 5c is formed in said passage 5b, and the circulating pump 11 by motorised is installed in this bypass passage 5c. This motor is controlled by the controller which is not illustrated. The amount of anode emission changes according to the anode gas flow rate supplied to the fuel cell stack 1, the amount of anode emission also decreases at the time of idle operation with few anode gas flow rates etc., and the ejector effectiveness of the circulation ejector 6 becomes low. Then, a controller detects the flow rate of the anode exhaust which flows passage 5b with a flowmeter 13, stops a circulating pump 11 based on this detection result at the time more than the flow rate which can operate the circulation ejector 6, and when it is the small flow rate which cannot expect the ejector effectiveness, it controls the motor of a circulating pump 11 to operate a circulating pump 11.

[0034] It is drawing 2 which showed the condition that the circulating pump 11 stopped, and when the anode gas flow rate which can expect the ejector effectiveness of the circulation ejector 6 is more than a predetermined flow rate, anode exhaust is introduced into suction opening 6a of the circulation ejector 6 only through passage 5b, and recycling of the anode exhaust is carried out to the fuel cell stack 1 by only the ejector effectiveness of the circulation ejector 6.

[0035] On the other hand, when the ejector effectiveness of under a predetermined flow rate has the small amount of anode emission shown in drawing 3, a circulating pump 11 is worked, anode exhaust is fed to the circulation ejector 6, and the fuel cell stack 1 is made to circulate through anode exhaust stably with a circulating pump 11.

[0036] Thus, the circulation ejector 6 and a circulating pump 11 are properly used with the flow rate of the anode exhaust which changes in proportion to anode gas. At the time of the small flow rate which cannot expect the ejector effectiveness, work a circulating pump 11, and the fuel cell stack 2 is made to circulate through anode exhaust stably. By suspending a circulating pump 11 on the other hand, when a lot of anode exhaust is discharged, and having made it circulate through anode exhaust to the fuel cell stack 1 only with the circulation ejector 6 It crosses throughout the operation region of the fuel cell stack 1, and it becomes possible to circulate anode exhaust stably. Since anode exhaust is circulated only according to the ejector effectiveness when there are still more circulating loads and the small pump only corresponding to a small flow rate can be used as a circulating pump 11, improvement in effectiveness can be aimed at to the miniaturization of a fuel cell system, low-pricing, and a pan. Moreover, since the change of a circulating pump 11 and the circulation ejector 6 was controlled by the controller based on the flow rate which flows passage 5b, a change can be controlled with a sufficient precision, the output request of the fuel cell stack 1 can be followed with a sufficient response, and the effectiveness of a fuel cell system can be improved.

[0037] As the 2nd operation gestalt, the case where the circulating pump of a rotational-speed change type is used for a circulating pump 11 is explained below.

[0038] Although a circulating pump 11 may be a pump of a fixed rotational-speed type, by using the pump of a rotational-speed adjustable type, rotational speed can be changed by the command of a controller, that is, anode exhaust discharge quantity can be changed, and an anode exhaust circulating load can be changed.

[0039] As a circulating pump 11, by having this rotational-speed adjustable type pump, when the amount of anode emission consists more than of the specified quantity the following, the equipment made to circulate through anode exhaust switches from the circulation ejector 6 to a circulating pump 11, the rotational speed of that circulating pump rises gradually, and the circulating load of anode exhaust comes to be controlled by discharge quantity from a circulating

pump 11.

[0040] On the other hand, when the flow rate of anode exhaust is under a predetermined flow rate and it changes from more than a predetermined flow rate, it shifts so that the rotational speed of a circulating pump 11 falls gradually, and the discharge quantity decreases, and anode exhaust may be attracted and it may instead circulate to the fuel cell stack 1 according to the ejector effectiveness of the circulation ejector 6; and, finally a circulating pump 11 stops.

[0041] Therefore, it can become possible to perform smoothly the change of the circulation ejector 6 and circulating pump 11 accompanying change of the flow rate of anode exhaust, the condition that circulation of the anode exhaust by the abrupt change of the circulating load of anode exhaust stops can be prevented, and the dependability of a fuel cell system can be improved.

[0042] In order to introduce anode gas and the cathode gas of this \*\* into the fuel cell stack 1, the 3rd operation gestalt starts a compressor 4, while it starts a circulating pump 11 first at the time of starting of a fuel cell system and introduces anode exhaust into the fuel cell stack 1.

When a circulating pump 6 and a compressor 4 start, circulation of anode exhaust and supply of cathode gas (air) are started. After circulation of anode exhaust begins, the latching valve 7 which was intercepting the installation to the fuel cell stack 1 of the hydrogen from the high-pressure hydrogen tank 2 is opened, anode gas is gradually introduced in a stack, and the amount of installation of cathode gas is also made to increase with the increment in the amount of anode gas. The timing chart at this time is shown in drawing 4.

[0043] The circulating pump 11 and compressor 4 for supplying anode gas and cathode gas to each pole by time amount  $t_1$  from fuel cell system hibernation start. While a latching valve 7 opens by time amount  $t_2$  and anode gas is introduced into the fuel cell stack 1 from the high-pressure hydrogen tank 2 after circulation of anode exhaust begins, corresponding to the increment in a flow rate of this anode gas, the flow rate of the cathode gas from a compressor 4 increases.

[0044] Since a circulating pump 11 is started and it was made to circulate anode exhaust before supply of the anode gas from the high-pressure hydrogen tank 2 at the time of starting of a fuel cell system, when the anode gas from an anode gas supply system is supplied to an ejector 6, circulation is already materialized and a back flow with an ejector 6 can be prevented.

[0045] Since starting of a fuel cell system can furthermore be started with the little anode exhaust from a circulating pump 11, the cathode capacity by which this and this \*\* are needed at the time of starting is also little, ends, and can control the power consumption of a compressor 4.

[0046] In addition, in order to detect the amount of anode emission, the flowmeter 13 was formed in passage 5b, but since the amount of anode emission is an amount which deducted the anode gas consumption in the fuel cell stack 1 from the anode gas amount of supply, according to the operational status of the fuel cell stack 1, it can become empty, and it can be boiled, and can also be calculated more.

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-352825

(P2002-352825A)

(43) 公開日 平成14年12月6日 (2002. 12. 6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

テーマコード(参考)

J 5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-74035 (P2002-74035)

(22) 出願日 平成14年3月18日 (2002. 3. 18)

(31) 優先権主張番号 特願2001-84943 (P2001-84943)

(32) 優先日 平成13年3月23日 (2001. 3. 23)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 柏木 直人

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74) 代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜 (外1名)

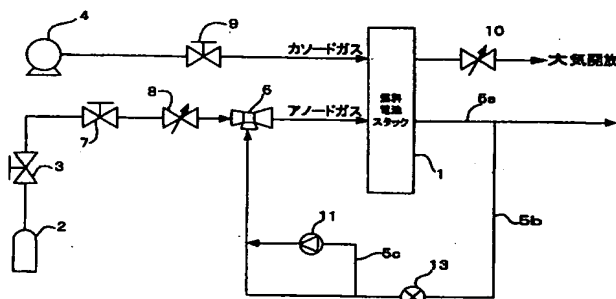
Fターム(参考) 5H027 AA02 BA13 BA19 KK26 MM01

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 効率の良い燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 水素を含むアノードガスと酸素を含むカソードガスとをそれぞれの極に供給して発電を行う燃料電池スタック (1) と、前記アノードにアノードガスを供給する流路の途中に介装されたエゼクタ (6) と、前記アノードから排出されるアノード排ガスの一部を前記エゼクタ (6) に導入する循環流路 (5b) とを備えた燃料電池システムにおいて、前記循環流路は、循環ポンプ (11) を備えることで、燃料電池スタックの運転域全域に渡って、アノード排ガスを安定的に循環させることが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素を含むアノードガスと酸素を含むカソードガスとをそれぞれアノードとカソードに供給して発電を行う燃料電池スタックと、  
前記アノードにアノードガスを供給する流路の途中に介装されたエゼクタと、  
前記アノードから排出されるアノード排ガスを前記エゼクタに導入する循環流路とを備えた燃料電池システムにおいて、  
前記循環流路は、循環ポンプを備えたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 前記循環流路は、アノード排ガスを直接に前記エゼクタに導入する流路と、  
循環ポンプを介してアノード排ガスを前記エゼクタに導入するバイパス流路と、からなることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】 前記循環流路に排ガス流量を検出する流量計を設け、この検出された排ガス流量に基づいて前記循環ポンプの運転状態を切り換えることを特徴とする請求項1または2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】 アノードから排出されるアノード排ガスの流量を検出する流量計を設置し、  
この流量計の検出値に基づき前記循環ポンプの運転状態を切換えるように構成することを特徴とする請求項1または2に記載の燃料電池システム。

【請求項5】 前記排ガス流量が所定値に達しないときに前記循環ポンプを稼動し、所定値以上のときに循環ポンプを停止するように構成することを特徴とする請求項3または4に記載の燃料電池システム。

【請求項6】 前記循環ポンプはアノード排ガスの吐出量を可変とするポンプであって、前記循環ポンプの運転状態を切換えるときには該循環ポンプの吐出量を漸次変化させることを特徴とする請求項1から5のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

【請求項7】 前記循環流路にける循環開始時に前記循環ポンプを稼動し、循環を成立させたのちにアノードガス供給系からのアノードガスを燃料電池スタックに供給するように構成することを特徴とする請求項1から6のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池システム、特に水素を燃料電池に供給し発電を行う燃料電池システムの改良に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の燃料電池システムは、燃料電池のアノードに水素を、カソードに空気を供給して電気化学反応を生じさせて電気エネルギーを得るシステムで、各極からは電気化学反応後に消費されなかった排水素、排空気は排ガスとして排出される。しかしながら、この排ガ

ス、特に排水素は可燃性ガスであり、燃料として再利用することにより、燃料電池システムとしての効率を向上させるようにすることが一般的である。

【0003】 この排ガスを循環させる手段として特表平10-511497号公報に記載のものは、動力不要で安価しかもメンテナンスフリーのエゼクタを用いて循環させる構成を開示している。

【0004】 また特開平10-223244号公報には、エゼクタの逆流を防止するためエゼクタの吸引部の圧力を制御する圧力制御弁を設置した燃料電池システムが開示されている。

【0005】 また特開平9-213353号公報には、排ガスの循環をコントロールバルブにて流量調整を行う燃料電池システムが開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような燃料電池システムにおいては、エゼクタを用いているために駆動流体の流量が少ない場合にその吸引作用が不安定となり、排ガスの循環が成立しないという問題があった。一方、エゼクタを小循環量に対応したものとすると、循環量の多い場合に対応することができず、自動車用の燃料電池システムのように最大出力からアイドル運転時の出力まで負荷が刻々と変化し、それぞれの負荷状況において排ガスの再循環を成立させるためには最適な循環量の異なる数種類のエゼクタを備えると共に、複数のエゼクタから最適なエゼクタに排ガスを供給するための切換弁を設ける必要があった。

【0007】 また燃料電池システム起動時から排ガスを循環させるためにはエゼクタに大量の駆動流体、即ち排水素を供給する必要がある、アノード極に大量の水素が供給されることになる。一方で、カソード極に供給される空気も水素とほぼ同等の圧力で供給する必要がある、空気を供給するコンプレッサを高回転で運転する必要が生じる。

【0008】 したがってモータで駆動するコンプレッサが燃料電池の発電前に運転される必要があるため、自動車用として用いる場合には、大型の2次バッテリーを備える必要があった。

【0009】 一方、排ガスを循環させるためにポンプを必要とするが、大量の排ガスを循環させるためには大型のポンプが必要となり、搭載スペースの限られた自動車に搭載するにはポンプの寸法の制約が生じる。さらには大型化によるコストの上昇という問題もある。

【0010】 そこで本発明の目的は、上記問題点を解決する燃料電池システムを提供することである。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 第1の発明は、水素を含むアノードガスと酸素を含むカソードガスとをそれぞれアノードとカソードに供給して発電を行う燃料電池スタックと、前記アノードにアノードガスを供給する流路の

途中に介装されたエゼクタと、前記アノードから排出されるアノード排ガスを前記エゼクタに導入する循環流路とを備えた燃料電池システムにおいて、前記循環流路は、循環ポンプを備える。

【0012】第2の発明は、第1の発明において、前記循環流路は、アノード排ガスを直接に前記エゼクタに導入する流路と、循環ポンプを介してアノード排ガスを前記エゼクタに導入するバイパス流路と、からなる。

【0013】第3の発明は、第1または2の発明において、前記循環流路に排ガス流量を検出する流量計を設け、この検出された排ガス流量に基づいて前記循環ポンプの運転状態を切り換える。

【0014】第4の発明は、第1または2の発明において、アノードから排出されるアノード排ガスの流量を検出する流量計を設置し、この流量計の検出値に基づき前記循環ポンプの運転状態を切換えるように構成する。

【0015】第5の発明は、第3または4の発明において、前記排ガス流量が所定値に達しないときに前記循環ポンプを稼動し、所定値以上のときに循環ポンプを停止するように構成する。

【0016】第6の発明は、第1から5のいずれか一つの発明において、前記循環ポンプはアノード排ガスの吐出量を可変とするポンプであって、前記循環ポンプの運転状態を切換えるときには該循環ポンプの吐出量を漸次変化させる。

【0017】第7の発明は、第1から6のいずれか一つの発明において、前記循環流路にける循環開始時に前記循環ポンプを稼動し、循環を成立させたのちにアノードガス供給系からのアノードガスを燃料電池スタックに供給するように構成する。

【0018】

【発明の効果】第1の発明は、アノードにアノードガスを供給する流路の途中に介装されたエゼクタと、アノードから排出されるアノード排ガスを前記エゼクタに導入する循環流路とを備え、前記循環流路は、循環ポンプを備える構成したので、エゼクタ効果の期待できないアノード排ガスが小流量のときには循環ポンプを稼動してアノード排ガスを安定的に燃料電池スタックに循環させることが可能となる。

【0019】第2の発明は、循環流路は、アノード排ガスを直接にエゼクタに導入する流路と、循環ポンプを介してアノード排ガスをエゼクタに導入するバイパス流路と、から構成したので、エゼクタ効果の期待できないアノード排ガスが小流量のときには循環ポンプを稼動してアノード排ガスを安定的に燃料電池スタックに循環させることが可能となる。

【0020】第3の発明は、循環流路に排ガス流量を検出する流量計を設け、この検出された排ガス流量に基づいて前記循環ポンプの運転状態を切り換えるように構成したので、精度よく切換えを制御でき、燃料電池スタ

クの出力要求に応答よく追従することができ、燃料電池システムの効率を向上することができる。

【0021】第4の発明は、アノードから排出されるアノード排ガスの流量を検出する流量計を設置し、この流量計の検出値に基づき前記循環ポンプの運転状態を切換えるように構成したので、精度よく切換えを制御でき、燃料電池スタックの出力要求に応答よく追従することができ、燃料電池システムの効率を向上することができる。

【0022】第5の発明は、排ガス流量が所定値に達しないときに循環ポンプを稼動し、所定値以上のときに循環ポンプを停止するように構成したので、アノード排ガスの流量によってエゼクタと循環ポンプとを使い分け、エゼクタ効果の期待できないアノード排ガスが小流量のときには循環ポンプを稼動してアノード排ガスを安定的に燃料電池スタックに循環させ、一方、大量のアノード排ガスが排出される時には循環ポンプを停止し、アノード排ガスのエゼクタ効果のみによってアノード排ガスを燃料電池スタックに循環するようにした。これにより、燃料電池スタックの運転域全域に渡って、アノード排ガスを安定的に循環させることが可能となる。さらに循環量の多い時にはエゼクタ効果によってのみアノード排ガスを循環させるので、循環ポンプを小流量にのみ対応する小型のポンプを用いることができるので、燃料電池システムの小型化や低価格化、さらに効率向上を図ることができる。

【0023】第6の発明は、循環ポンプはアノード排ガスの吐出量を可変とするポンプであって、循環ポンプの運転状態を切換えるときには循環ポンプの吐出量を漸次変化させるようにしたので、アノード排ガスの流量の変化に伴うエゼクタと循環ポンプの切換えをスムーズに行うことが可能となり、アノードガスの循環量の急激な変化によるアノードガスの循環が停止する状態を防止することができる、燃料電池システムの信頼性を向上できる。

【0024】第7の発明は、循環流路にける循環開始時に循環ポンプを稼動し、循環を成立させたのちにアノードガス供給系からのアノードガスを燃料電池スタックに供給するように構成するので、アノード排ガスの導入によって循環が成立した後にアノードガス供給系からのアノードガスがエゼクタに導入されるので、エゼクタでの逆流を防止することができる。

【0025】さらに燃料電池システムの起動を循環ポンプからの少量のアノード排ガスによって起動できるので、起動時に必要とされるカソードガス量も少量で済み、コンプレッサの消費電力を抑制することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の燃料電池システムの構成を添付図面に基づいて説明する。

【0027】図1は本発明の第1実施形態の構成を説明する図である。燃料電池スタック1はアノード極とカソ

ード極とを備えており、アノード極にはアノードガスとして水素が供給されると共に、カソード極にはカソードガスとして空気が供給され、発電を行う。

【0028】アノード極に供給されるアノードガスは高圧水素タンク2を供給源としており、高圧水素タンク2から排出されたアノードガスは、減圧弁3で減圧されてから、遮断弁7及び圧力調整弁8を通過して、所定圧の駆動流体として循環エゼクタ6に供給される。循環エゼクタ6から排出されたアノードガスは燃料電池1のアノード極に供給される。

【0029】一方、コンプレッサ9によって加圧されたカソードガスは遮断弁9を通過して、燃料電池スタック1のカソード極に供給される。

【0030】各極に供給されたアノードガスとカソードガスによって燃料電池スタック1内で電気化学反応が生じ、発電される。

【0031】燃料電池スタック1での発電後、各極からは、アノード排ガスとカソード排ガスが排出され、カソード排ガスは圧力調整弁10を介して大気に放出される。一方、アノード極から排出されるアノード排ガスは流路5aから大気に放出されると共に、その一部は流路5aから分岐した流路5bを通じて循環排ガスとして循環エゼクタ6に導かれる。

【0032】循環エゼクタ6は駆動流体として、アノードガスの供給により流路5bからアノード排ガスを吸引する。循環エゼクタ6のアノード排ガスの吸引能力は駆動流体としてのアノードガスの流量の増加に応じて高まり、吸引されたアノード排ガスはアノードガスと混合されて燃料電池スタック1に供給される。

【0033】前記流路5bにはバイパス流路5cが形成され、このバイパス流路5cにはモータ駆動による循環ポンプ11が設置される。このモータは図示しないコントローラによって制御される。アノード排ガス流量は燃料電池スタック1に供給されるアノードガス流量に応じて変化し、アノードガス流量が少ないアイドル運転時などはアノード排ガス流量も少なくなり、循環エゼクタ6のエゼクタ効果が低くなる。そこで、コントローラは流路5bを流れるアノード排ガスの流量を流量計13によって検出し、この検出結果に基づき、循環エゼクタ6の作動可能な流量以上の時には循環ポンプ11を休止させ、エゼクタ効果が期待できない小流量のときに循環ポンプ11を作動させるように循環ポンプ11のモータを制御する。

【0034】循環ポンプ11が休止した状態を示したものが図2であり、循環エゼクタ6のエゼクタ効果が期待できるアノードガス流量が所定流量以上のときは、アノード排ガスは流路5bのみを通過して循環エゼクタ6の吸引口6aに導入され、循環エゼクタ6のエゼクタ効果のみによってアノード排ガスは燃料電池スタック1に再循環される。

【0035】これに対して図3に示したアノード排ガス流量が所定流量未満のエゼクタ効果が小さい時は、循環ポンプ11を稼働させて循環ポンプ11によってアノード排ガスを循環エゼクタ6に圧送し、燃料電池スタック1にアノード排ガスを安定的に循環させる。

【0036】このようにアノードガスに比例して変化するアノード排ガスの流量によって循環エゼクタ6と循環ポンプ11とを使い分け、エゼクタ効果の期待できない小流量のときには循環ポンプ11を稼働してアノード排ガスを安定的に燃料電池スタック2に循環させ、一方、大量のアノード排ガスが排出される時には循環ポンプ11を停止し、循環エゼクタ6のみによってアノード排ガスを燃料電池スタック1に循環するようにしたことで、燃料電池スタック1の運転域全域に渡って、アノード排ガスを安定的に循環させることが可能となる。さらに循環量の多い時にはエゼクタ効果によってのみアノード排ガスを循環させるので、循環ポンプ11として小流量にのみ対応する小型のポンプを用いることができるので、燃料電池システムの小型化や低価格化、さらに効率向上を図ることができる。また循環ポンプ11と循環エゼクタ6の切り換えを流路5bを流れる流量に基づきコントローラで制御するようにしたので、精度よく切り換えを制御でき、燃料電池スタック1の出力要求に迅速よく追従することができ、燃料電池システムの効率を向上することができる。

【0037】第2実施形態として、循環ポンプ11に回転速度変化式の循環ポンプを用いた場合について以下に説明する。

【0038】循環ポンプ11は一定回転速度式のポンプであってもよいが、回転速度可変式のポンプを用いることによって、コントローラの指令によって回転速度を変化させ、つまりアノード排ガス吐出量を変化させ、アノード排ガス循環量を変えることができる。

【0039】循環ポンプ11として、この回転速度可変式ポンプを備えることにより、アノード排ガス流量が所定量以上から未満となった時にはアノード排ガスを循環させる装置が循環エゼクタ6から循環ポンプ11に切り換わり、その循環ポンプの回転速度は徐々に上昇され、循環ポンプ11からの吐出量によってアノード排ガスの循環量が制御されるようになる。

【0040】一方、アノード排ガスの流量が所定流量未満の時から所定流量以上に変化した時には、循環ポンプ11の回転速度は徐々に低下してその吐出量は減少し、代わって循環エゼクタ6のエゼクタ効果によってアノード排ガスが吸引されて燃料電池スタック1に循環されるように移行し、循環ポンプ11は最終的には停止する。

【0041】したがって、アノード排ガスの流量の変化に伴う循環エゼクタ6と循環ポンプ11の切り換えをスムーズに行うことが可能となり、アノード排ガスの循環量の急激な変化によるアノード排ガスの循環が停止する状

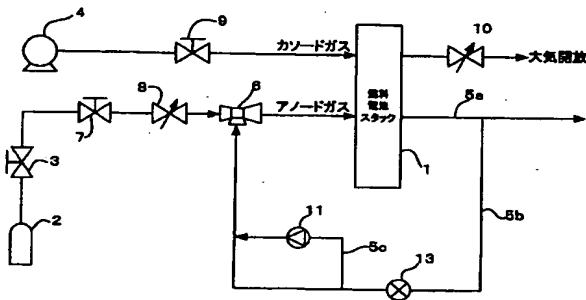
態を防止することができ、燃料電池システムの信頼性を向上できる。

【0042】第3実施形態は、燃料電池システムの起動時にまず循環ポンプ11を起動し、燃料電池スタック1にアノード排ガスを導入すると共に、燃料電池スタック1にアノードガスと同圧のカソードガスを導入するためにコンプレッサ4を起動する。循環ポンプ6とコンプレッサ4とが起動することによりアノード排ガスの循環とカソードガス(空気)の供給が開始される。アノード排ガスの循環が開始した後に高圧水素タンク2からの水素の燃料電池スタック1への導入を遮断していた遮断弁7を開き、アノードガスをスタック内に徐々に導入し、アノードガス量の増加に伴いカソードガスの導入量も増加させる。この時のタイミングチャートを図4に示す。

【0043】燃料電池システム休止状態から時間t1で各極にアノードガス及びカソードガスを供給するための循環ポンプ11とコンプレッサ4が起動する。アノード排ガスの循環が開始した後に時間t2で遮断弁7が開き、アノードガスが高圧水素タンク2から燃料電池スタック1に導入されると共に、このアノードガスの流量増加に対応してコンプレッサ4からのカソードガスの流量が増加する。

【0044】燃料電池システムの起動時において、高圧水素タンク2からのアノードガスの供給の前に循環ポンプ11を起動してアノード排ガスを循環させるようにしたので、アノードガス供給系からのアノードガスがエゼクタ6に供給されたとき、すでに循環が成立しておりエゼクタ6での逆流を防止することができる。

【図1】



【0045】さらに燃料電池システムの起動を循環ポンプ11からの少量のアノード排ガスによって起動できるので、起動時にこれと同圧が必要とされるカソードガス量も少量で済み、コンプレッサ4の消費電力を抑制することができる。

【0046】なお、アノード排ガス流量を検出するために流量計13を流路5bに設けたが、アノード排ガス流量はアノードガス供給量から燃料電池スタック1でのアノードガス消費量を差引いた量であるから、燃料電池スタック1の運転状態に応じてすいてにより求めることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態を説明する燃料電池システム概要図である。

【図2】同じく循環ポンプ停止時のアノード排ガスの流れを説明する燃料電池システム概要図である。

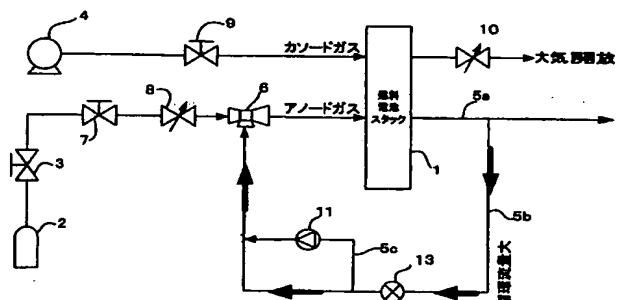
【図3】同じく循環ポンプ稼動時のアノード排ガスの流れを説明する燃料電池システム概要図である。

【図4】第3実施形態の制御タイミングチャートである。

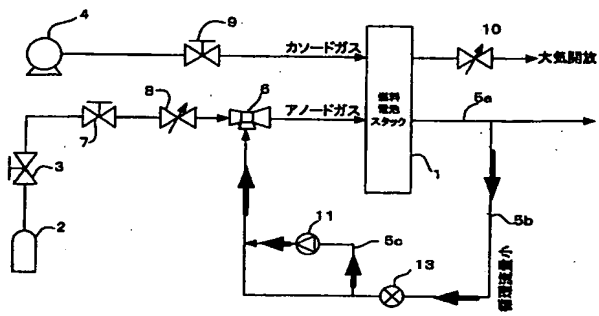
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 2 高圧水素タンク
- 4 コンプレッサ
- 5 a、5 b、5 c 流路
- 6 循環エゼクタ
- 11 循環ポンプ

【図2】



【図 3】



【図 4】

